

★MTLI- S01 S02 S03 2001-082556/10 ★EP 1058093-A1  
 Procedure and circuit for voltage supply and function checking of a two  
 wire transducer used in dangerous industry sectors, e.g. chemical industry,  
 where transducer operation must be reliable and error free - (Ger)  
 MTL INSTR GMBH 1999.05.29 1999EP-110454  
 (2000.12.06) G01D 3/08, G01R 19/252, 31/28  
 R(AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU  
 LV MC MK NL PT RO SE SI)

NOVELTY - Transducer (1) has a transducer circuit (M) that generates  
 at least two measurement dependent signals ( $U_1, U_2$ ) that are transformed  
 into two primary frequency signals ( $f_1, f_2$ ) and transferred to an analysis  
 circuit (A) with a safety signal device (20). In addition there is a voltage  
 source (2) for both transducer circuit (M) and analysis circuit (A).

DETAILED DESCRIPTION - The analysis circuit (A) converts the pri-  
 mary frequency signals into an output voltage ( $U_3$ ) and also compares the  
 two frequency signals ensure they are the same with the comparison used  
 by the safety signal device to indicate an acceptable transducer analysis  
 circuit operation.

USE - Procedure for voltage supply and function checking of trans-  
 ducers, such as two wire supply pressure and temperature transducers, in  
 process control and safety monitoring in industry sectors where there are  
 safety risks, especially explosion risks, e.g. chemical plants.

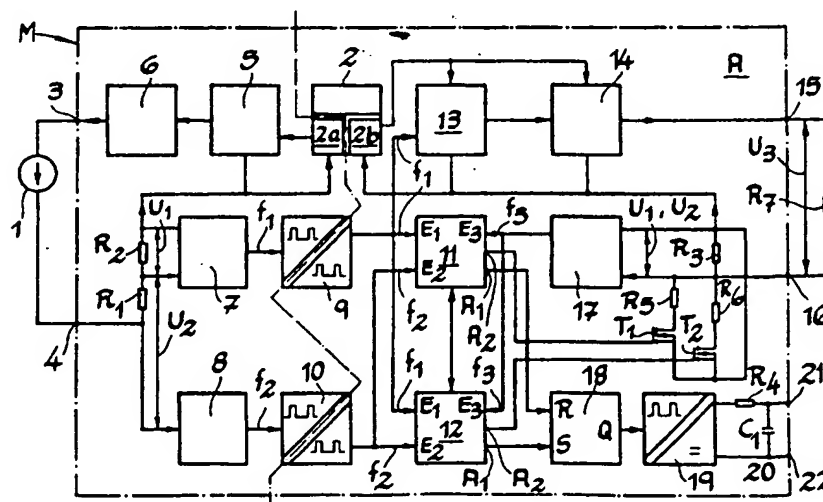
ADVANTAGE - The transducer and operating procedure are reliable  
 and provide error recognition acceptable to German standards.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Figure shows a circuit diagram of  
 a two wire supply transducer and associated transducer circuit and analysis  
 circuit.

transducer 1  
 transducer circuit M  
 analysis circuit A  
 power supply 2  
 primary frequency signals  $f_1, f_2$   
 voltages  $U_1 - U_3$   
 safety signal device. 20 (9pp Dwg.No.1/1)

N2001-063038

S01-D01C1B S01-G01 S02-F04B S02-K02  
 S03-B01A





(11) **EP 1 058 093 A1**

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.12.2000 Patentblatt 2000/49

(51) Int Cl.7: **G01D 3/08, G01R 31/28, G01R 19/252**

(21) Anmeldenummer: 99110454.8

(22) Anmeldetag: 29.05.1999

**(84) Benannte Vertragsstaaten:**  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE**  
**Benannte Erstreckungsstaaten:**  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder: Herzog, Heinz  
44805 Bochum (DE)

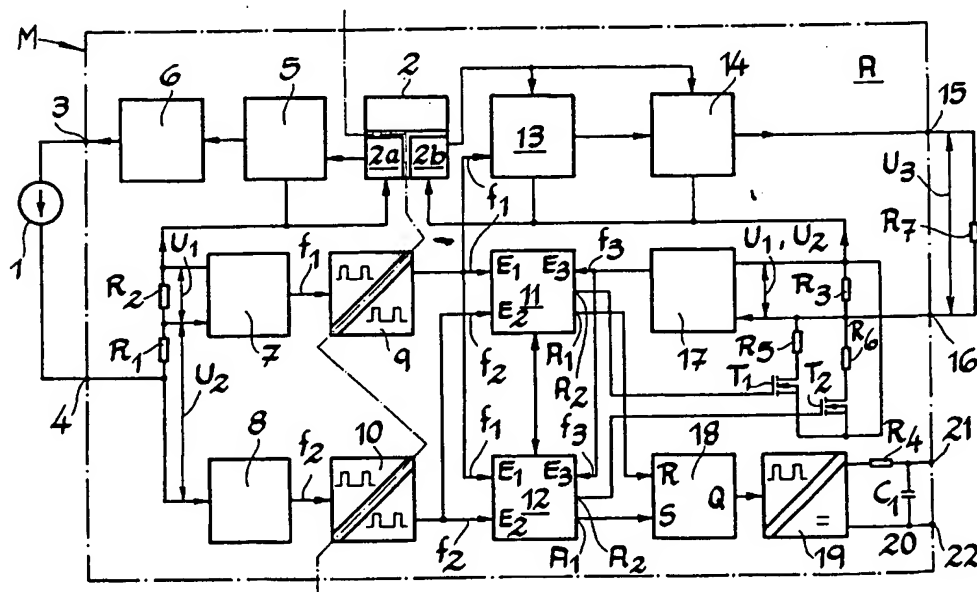
**(74) Vertreter: Nunnenkamp, Jörg, Dr. et al  
Andrejewski, Honke & Sozlen  
Patentanwälte  
Theaterplatz 3  
45127 Essen (DE)**

(71) Anmelder: MTL Instruments GmbH  
44793 Bochum (DE)

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Messwertumformers

(57) Es handelt sich um ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers (1), insbesondere Zweileiter-Meßwertumformers (1) in sicherheitsgefährdeten Industriebereichen von z. B. chemischen Anlagen. Zu diesem Zweck ist eine Meßwertumformerschaltung (M) mit dem Meßwertum-

former (1) vorgesehen, welche zumindest zwei meßwertabhängige Spannungssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) erzeugt, die in zwei korrespondierende Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) umgewandelt und an eine Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) mit Sicherheitssignaleinrichtung (20) übertragen werden. Zusätzlich findet sich noch eine Spannungsquelle (2) für die Meßwertumformschaltung (M) und die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A).



**EP 1 058 093 A1**

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers, insbesondere Zweileiter-Meßwertumformers in sicherheitsgefährdeten, insbesondere explosionsgefährdeten, (Industrie-)Bereichen von z. B. chemischen Anlagen. Derartige Verfahren sind grundsätzlich aus der Praxis bekannt und werden je nach Fehlersicherheit verschiedenen Anwendungsklassen zugeordnet, die in der DIN V 19250 beschrieben sind. Im übrigen kommen als Beurteilungsgrundlagen für den TÜV die Normen DIN VDE 0160 (04/89) und DIN 0116 (10/89) (Abschnitt 8.7) in Frage.

[0002] Bei sogenannten Zweileiter-Meßwertumformern handelt es sich um solche Meßwertumformer (z. B. Temperatursensoren PT 100 oder Drucksensoren), die in Verbindung mit einer sogenannten Zweileiter-Schaltung zum Einsatz kommen. Eine solche Zweileiter-Schaltung erzeugt bei Anschluß an eine niederohmige Spannungsquelle einen der Meßgröße proportionalen Strom. Zu diesem Zweck ist in dem betreffenden Meßwertnehmer bzw. -umformer eine entsprechende Elektronik vorgesehen, für deren Versorgung ein Mindeststrom benötigt wird. Deshalb hat der Nullpunkt derartiger Systeme einen definierten Wert; vielfach liegt er bei ca. 4 mA, während das Nennsignal ca. 20 mA beträgt. Die Meßspanne entspricht also ca. 16 mA. Derartige Signalpegel sind typisch für die Prozeß- und Regeltechnik und eignen sich deshalb besonders gut für eine Überwachung und Weiterverarbeitung. Dabei lassen sich Zweileiter-Systeme bzw. -Schaltungen problemlos elektrisch miteinander verbinden.

[0003] Typische Anwendungen erfolgen in Verbindung mit Druckaufnehmern als Meßwertumformer. Selbstverständlich sind auch jegliche anderen Meßwertumformer in diesem Zusammenhang denkbar, insbesondere solche, die in sicherheits- bzw. explosionsgefährdeten Bereichen chemischer Anlagen zum Einsatz kommen und dort für eine Prozeßüberwachung sorgen. Auch Durchflußmeßgeräte werden an dieser Stelle realisiert.

[0004] Jedenfalls kommt es darauf an, den beschriebenen Zweileiter-Meßwertumformer mit einer entsprechenden Spannung bzw. einem Strom über eine Spannungsquelle zu versorgen, damit ausgangsseitig der der Meßgröße proportionale Strom zur Verfügung steht.

[0005] Die hierzu in der Praxis eingesetzten Schaltungsanordnungen bzw. Verfahrensweisen können nicht in allen Punkten überzeugen, insbesondere was das Erkennen von Schaltungs- und oder Meßwertumformer-Fehlern angeht. Hier will die Erfindung insgesamt Abhilfe schaffen.

[0006] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers anzuge-

ben, welches bzw. welche besonders zuverlässig arbeitet und eine einwandfreie Fehlererkennung ermöglicht, so daß hiermit insbesondere Meßwertumformer betrieben werden können, die zumindest der Anwendungs-

klasse AK5 nach DIN V 19250 entsprechen. [0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers, insbesondere Zweileiter-Meßwertumformers in sicherheitsgefährdeten Bereichen von z. B. chemischen Anlagen, mit

- einer Meßwertumformerschaltung mit Meßwertumformer, welche zumindest zwei meßwertabhängige, z. B. meßwertproportionale, Spannungssignale erzeugt, die in zwei korrespondierende (natürlich auch meßwertabhängige bzw. meßwertproportionale) Primärfrequenzsignale umgewandelt und an eine Überwachungs-/Auswerteschaltung mit Sicherheitssignaleinrichtung übertragen werden, und mit

- einer Spannungsquelle für die Meßwertumformerschaltung und die Überwachungs-/Auswerteschaltung,

wonach die Überwachungs-/Auswerteschaltung wenigstens ein Primärfrequenzsignal in die ausgangsseitige Meßwertspannung umwandelt,

wonach ferner die Überwachungs-/Auswerteschaltung die beiden Primärfrequenzsignale wechselseitig vergleicht und hierzu die beiden Primärfrequenzsignale auf Übereinstimmung oder vorgegebene Abhängigkeit überprüft, und

wonach die Sicherheitssignaleinrichtung bei Übereinstimmung oder Einhaltung der gegebenen Abhängigkeit der Primärfrequenzsignale - selbstverständlich innerhalb wählbarer Grenzen - zum Zwecke der Dokumentation eines einwandfreien Betriebes angesteuert wird oder ein Alarmsignal abgegeben wird (wenn die Übereinstimmung oder gegebene Abhängigkeit nicht vorliegt).

[0008] Zur Speisung einerseits der Meßwertumformerschaltung andererseits der Überwachungs-/Auswerteschaltung ist die bereits angesprochene Spannungsquelle bevorzugt galvanisch getrennt ausgeführt. Die beiden meßwertabhängigen Primärfrequenzsignale werden in der Regel jeweils unabhängig voneinander über eine galvanische Trennvorrichtung von der Meßwertumformerschaltung an die Überwachungs-/Auswerteschaltung übertragen. Bei dieser galvanischen Trenneinrichtung kann es sich um einen Optokoppler oder übliche Transformatoren bzw. Übertrager handeln.

[0009] Regelmäßig wird lediglich eines der beiden an

die Überwachungs-/Auswerteschaltung übertragenen meßwertabhängigen Primärfrequenzsignale in die Meßwertspannung umgewandelt. Um auch ausgangsseitige Fehler im Bereich der Überwachungs-/Auswerteschaltung zuverlässig ausschließen zu können, sieht die Erfindung weiter vor, daß die ausgangsseitige Meßwertspannung zusätzlich in ein korrespondierendes Sekundärfrequenzsignal umgesetzt wird, welches mit den Primärfrequenzsignalen auf Übereinstimmung oder vorgegebene Abhängigkeit überprüft wird. Selbstverständlich erfolgt die vorgenannte Prüfung ebenfalls innerhalb vorwählbarer Grenzen.

[0010] Zur Ermittlung einer Fehlübertragung seitens der Meßwertumformschaltung und/oder einer Fehlfunktion der Überwachungs-/Auswerteschaltung kann eine definierte Absenkung des Sekundärfrequenzsignales durchgeführt werden.

[0011] Im Ergebnis wird mit dem beschriebenen Verfahren eine zuverlässige Funktionsüberwachung eines von der Spannungsquelle gespeisten Meßwertumformers erreicht. Dies gelingt zunächst einmal durch Rückgriff auf relativ wenige Komponenten, nämlich im wesentlichen die Meßwertumformschaltung, die Überwachungs-/Auswerteschaltung und schließlich die Spannungsquelle. Der aus der Praxis bekannte Stand der Technik hat es an dieser Stelle demgegenüber für unabdingbar gehalten, mindestens drei Meßwertumformschaltungen vorzusehen, aus welcher dann eine Schaltung für die Ansteuerung beispielsweise der Sicherheitssignaleinrichtung und Auswertung der Meßwertspannung herangezogen wurde. Dabei ist bei den bekannten Maßnahmen gleichsam bei einem Auftreten eines Fehlers die entsprechende Meßwertumformschaltung ausgesondert bzw. unbeachtet geblieben. Auch hat man in diesem Zusammenhang vorgeschlagen, jeweilige Mittelwerte zu bilden oder Standardabweichungen zu kontrollieren. Jedenfalls ist im Gegensatz zu diesen Maßnahmen der schaltungs- und verfahrensmäßige Aufwand im Rahmen der Erfindung deutlich reduziert. Dabei machen sich die beschriebenen Maßnahmen im Kern zunutze, daß zwei Primärfrequenzsignale in der Meßwertumformschaltung erzeugt werden, die in der Überwachungs-/Auswerteschaltung einem wechselseitigen Vergleich unterzogen werden. Zu diesem Zweck stehen zwei unabhängige Rechneinheiten in der Überwachungs-/Auswerteschaltung zur Verfügung, deren Funktionsweise und Schaltungsanordnung mit Bezug auf die Figurenbeschreibung näher erläutert wird. Folglich ist ein insgesamt redundanter Aufbau gewährleistet, so daß die erzeugten Primärfrequenzsignale unabhängig voneinander erzeugt, übertragen und verglichen werden.

[0012] Dabei registrieren diese beiden Rechneinheiten ohne weiteres Fehler bei der Meßwertaufbereitung in der Meßwertumformschaltung. Hier macht sich die Erfindung zunutze, daß zwei meßwertabhängige, z. B. meßwertproportionale, Spannungssignale üblicherweise in einem Spannungsteiler mit zwei gleichen

(Präzisions-)Widerständen erzeugt werden. Sofern hier Abweichungen der Widerstandswerte und damit der Spannungssignale auftreten, ergeben sich unmittelbare Abweichungen in den beiden korrespondierenden Primärfrequenzsignalen, die ohne weiteres beim wechselseitigen Vergleich in den beiden Rechneinheiten erfaßt werden. Selbstverständlich werden durch diese Vorgehensweise auch andere Fehler, beispielsweise von Spannungs-/Frequenzwandlern, ermittelt, die üblicherweise zur Umsetzung der meßwertabhängigen Spannungssignale in die korrespondierenden Primärfrequenzsignale eingesetzt werden. Jedenfalls läßt sich durch den Rückgriff auf die zumindest zwei meßwertabhängigen Spannungssignale und deren getrennte Aufbereitung und Übertragung an die Überwachungs-/Auswerteschaltung und den dortigen Vergleich bereits eine außerordentlich große Fehler- und Funktionssicherheit erreichen.

[0013] Diese wird noch dadurch gesteigert, daß Fehlerquellen in der Überwachungs-/Auswerteschaltung durch eine tumusgemäß durchlaufende Routine praktisch ausgeschlossen werden. Diese sieht zunächst einmal vor, daß die ausgangsseitig der Überwachungs-/Auswerteschaltung zur Verfügung stehende Meßwertspannung zusätzlich in ein korrespondierendes Sekundärfrequenzsignal umgesetzt wird. Durch Vergleich dieses Sekundärfrequenzsignales mit den beiden Primärfrequenzsignalen auf Übereinstimmung oder vorgegebene Abhängigkeit wird gleichsam die fehlerfreie Übertragung der Gesamtkette überprüft. Denn üblicherweise werden die beiden meßwertabhängigen Spannungssignale und die ausgangsseitige Meßwertspannung jeweils gleich eingestellt. Folglich liefert der vorgenannte Vergleich der beiden Primärfrequenzsignale und des Sekundärfrequenzsignales zuverlässig Aufschluß über die fehlerfreie Übertragung der vom Zweileiter-Meßwertumformer gleichsam erzeugten (meßwertabhängigen) Spannungssignale zum Ausgang (mit der dortigen Meßwertspannung).

[0014] Zur weiteren Funktionssicherheit trägt bei, daß in der Meßwertumformschaltung wiederholt eine definierte Absenkung des Sekundärfrequenzsignales durchgeführt wird, um bei der Aufbereitung und dem Vergleich der beiden Primärfrequenzsignale eventuell auftretende Fehler ausschließen zu können. Diese definierte Absenkung des Sekundärfrequenzsignales wird in der Regel von den beiden Rechneinheiten wechselseitig durchgeführt und einem Vergleich unterzogen. Sofern hier gleiche Frequenzabsenkungen detektiert werden, ist davon auszugehen, daß die Überwachungs-/Auswerteschaltung (und auch die Meßwertumformschaltung) zuverlässig funktioniert.

[0015] Die Umwandlung der meßwertabhängigen Spannungssignale in die Primärfrequenzsignale und die Umsetzung der ausgangsseitigen Meßwertspannung in das Sekundärfrequenzsignal bietet den Vorteil, daß zum einen derartige (Digital-)Frequenzsignale zuverlässig und genau in Rechneinheiten auf Überein-

stimmung oder vorgegebene Abhängigkeit überprüft werden können und zum andern eine einfache Übertragung von der Meßwertumschaltung auf die Überwachungs-/Auswerteschaltung über die galvanische Trenneinrichtung gelingt. Der Begriff "meßwertabhängige Spannungssignale" soll im Rahmen der Erfindung ausdrücken, daß die Meßwertumschaltung Spannungssignale erzeugt, die über eine bestimmte Abhängigkeit mit dem ermittelten Meßwert korrelieren. Hierbei kann es sich um eine quadratische Abhängigkeit handeln, was jedoch ungewöhnlich ist. Denn üblicherweise werden lineare Abhängigkeiten eingestellt, so daß meßwertproportionale Spannungssignale erzeugt werden. Dies ist - wie gesagt - jedoch nicht zwingend. Vergleichbares gilt natürlich auch bei der Umwandlung der Spannungssignale in die Primärfrequenzsignale bzw. in das Sekundärfrequenzsignal. Denn auch hier sind Abweichungen von der zumeist linearen Abhängigkeit denkbar, solange die Abhängigkeit bekannt ist und ausgewertet werden kann.

[0016] Im Ergebnis wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine praktisch lückenlose Überprüfung und Funktionsüberwachung eines Meßwertumformers gleichsam von der Meßwertaufnahme über die Umwandlung in eine meßwertabhängige Spannung weiter zur (galvanischen) Übertragung an die Überwachungs-/Auswerteschaltung und schließlich bei der Erzeugung der ausgangsseitigen Meßwertspannung zur Verfügung gestellt, so daß die beim Stand der Technik aufwendigen Ausgestaltungen und eventuelle manuelle Eingriffe ausdrücklich nicht erforderlich sind. Es wird also insgesamt eine dynamische Selbstprüfung realisiert. - Eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitende Schaltungsanordnung ist Gegenstand des Patentanspruchs 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Schaltungsanordnung werden in den Ansprüchen 8 ff. beschrieben.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Die einzige Darstellung zeigt eine Schaltungsanordnung zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers, nach dem Ausführungsbeispiel eines Zweileiter-Meßwertumformers in sicherheitsgefährdeten Bereichen chemischer Anlagen.

[0018] Die in der einzigen Figur dargestellte Schaltungsanordnung dient dazu, einen Zweileiter-Meßwertumformer 1 mit der erforderlichen Spannung zu versorgen und gleichzeitig eine gesamte automatische Funktionsüberwachung der Spannungsversorgung inklusive Meßwertumformer 1 zu gewährleisten. Dieser Zweileiter-Meßwertumformer 1 ist mit einer entsprechenden Elektronik ausgerüstet, die von einer Spannungsquelle 2 mit Strom versorgt wird. Ausgangsseitig des Meßwertumformers 1 steht an zugehörigen Klemmen 3, 4 ein meßwertabhängiger, vorliegend meßwertproportionaler, Strom zur Verfügung, welcher zwischen ca. 4 mA und ca. 20 mA variiert. Die Meßspanne von ca. 16 mA

entspricht also dem Meßbereich des Meßwertumformers 1, beispielsweise dem Druckbereich zwischen 0 MPa und 1 MPa.

[0019] Da der Meßwertumformer 1 zusammen mit einer Meßwertumschaltung M in einem sicherheits- bzw. explosionsgefährdeten Bereich einer chemischen Anlage angeordnet ist, wie dies durch die strichpunktiierte Trennlinie zur Überwachungs-/Auswerteschaltung A angedeutet wurde, befinden sich zusätzlich im Versorgungspfad zum Zweileiter-Meßwertumformer 1 ein Spannungsbegrenzer 5 und ein Strombegrenzer 6, welche dafür sorgen, daß beispielsweise beim Abreißen eines Kabels keine Funkenbildung erfolgt. Sie sind für die eigentliche Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung von untergeordneter Bedeutung und stellen lediglich die Eigensicherheit des in dem explosionsgefährdeten Bereich über die Klemmen 3, 4 zum Meßwertumformer geführten Stromkreises sicher.

[0020] Die Spannungsquelle 2 ist galvanisch getrennt ausgeführt und dient mit einer Teilspannungsquelle 2a zur Speisung der Meßwertumschaltung M einerseits und mit einer Teilspannungsquelle 2b zur Energieversorgung der Überwachungs-/Auswerteschaltung A andererseits, die sich in geschützten Bereichen befindet. Der Versorgungsstrom für den Meßwertumformer 1 fließt von der Teilspannungsquelle 2a über den Spannungsbegrenzer 5, den Strombegrenzer 6 die Klemme 3, den Meßwertumformer 1, die Klemme 4 schließlich zurück zur Teilspannungsquelle 2a, und zwar über die beiden Eingangswiderstände  $R_1$  und  $R_2$ , die vorliegend als Spannungsteiler  $R_1$ ,  $R_2$  geschaltet und als gleichwertige Präzisionswiderstände ausgeführt sind. Folglich steht an beiden Vorgenannten Eingangswiderständen  $R_1$  und  $R_2$  ein jeweils dem Meßwert proportionaler Spannungsabfall  $U_1$  und  $U_2$  zur Verfügung. Dieser Spannungsabfall  $U_1$ ,  $U_2$  kann so eingestellt werden, daß er über den gesamten vorstehend erläuterten Meßbereich (4 mA bis 20 mA) Werte zwischen jeweils 0,2 V bis 1 Volt einnimmt. Dementsprechend bemißt sich natürlich die Summe der Spannungsabfälle  $U_1 + U_2$  zu 0,4V bis 2V.

[0021] Sowohl  $U_1$  als auch  $U_2$  werden in einem jeweils nachfolgenden Spannungs-/Frequenzwandler 7, 8 in korrespondierende (zum Meßwert proportionale) (Rechteck-)Frequenzen bzw. Primärfrequenzsignale  $f_1$ ,  $f_2$  umgewandelt. Diese Spannungs-/Frequenzwandler 7, 8 können gleich ausgelegt sein, wobei dann der Spannungs-/Frequenzwandler 7 die halbe Frequenz des Spannungs-/Frequenzwandlers 8 erzeugt. Dies läßt sich darauf zurückführen, daß von dem Spannungs-/Frequenzwandler 8 die gleichsam doppelt so große Spannung im Vergleich zum Spannungs-/Frequenzwandler 7 ausgewertet wird, weil der Nullpunkt der Spannung  $U_2$  mit dem Maximalwert der Spannung  $U_1$  zusammenfällt. So kann  $U_1$  - wie vorstehend erläutert - Werte zwischen jeweils 0,2 V bis 1 V annehmen, während  $U_2$  dann den Bereich von ca. 1 V bis 1,8 V oder 2 V abdeckt. Jedenfalls lassen sich hierdurch die be-

beschriebenen Frequenzverhältnisse erklären.

**[0022]** Aufgrund der Tatsache, daß der Spannungs-/Frequenzwandler 7 die halbe Frequenz des Spannungs-/Frequenzwandlers 8 erzeugt, muß eine entsprechende Anpassung in zwei Rechneinheiten 11, 12 bzw. Mikroprozessoren stattfinden. Dies kann dergestalt erfolgen, daß beispielsweise die im Spannungs-/Frequenzwandler 7 erzeugte Frequenz  $f_1$  mit dem Faktor 2 oder die ausgangsseitig des Spannungs-/Frequenzwandlers 8 anstehende Frequenz  $f_2$  mit dem Faktor 0,5 bewertet wird, bevor die nachfolgend noch beschriebene Differenzwertbildung erfolgt. Alternativ hierzu kann aber auch die Steilheit des Spannungs-/Frequenzwandlers 8 auf die Hälfte der Steilheit des Spannungs-/Frequenzwandlers 7 eingestellt werden. Für diesen Fall lassen sich idealerweise ausgangsseitig (Rechteck-) Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$  gleicher Frequenz (und gleicher Amplitude) erzeugen. - Bei den Spannungs-/Frequenzwandlern 7, 8 mag es sich um spannungsgesteuerte Oszillatoren (Voltage Controlled Oscillator, VCO) handeln.

**[0023]** An die beiden vorgenannten Spannungs-/Frequenzwandler 7, 8 sind jeweils galvanische Trenneinrichtungen 9, 10 angeschlossen, welche für die unabhängige Übertragung der solchermaßen erzeugten Primärfrequenzsignale  $f_1$ ,  $f_2$  von der Meßwertumformerschaltung M zur Überwachungs-/Auswerteschaltung A sorgen. Bei diesen galvanischen Trenneinrichtungen 9, 10 kann es sich um Optokoppler oder Übertrager handeln, die jedenfalls zu keiner Beeinflussung der jeweils übertragenen Frequenz  $f_1$ ,  $f_2$  korrespondieren. Durch die galvanische Trennung an dieser Stelle und im Bereich der Spannungsquelle 2 ist eine völlige Unabhängigkeit von einerseits Meßwertumformerschaltung M und andererseits Überwachungs-/Auswerteschaltung A gewährleistet, sowohl was die Speisung bzw. Energieversorgung angeht als auch die Signalübertragung.

**[0024]** Im Anschluß an die galvanischen Trenneinrichtungen 9, 10 werden die (Rechteck-)Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$  in den zwei Rechneinheiten 11, 12 bzw. Mikroprozessoren ausgewertet. Dies geschieht im einzelnen dergestalt, daß die von der galvanischen Trenneinrichtung 9 übermittelte Frequenz  $f_1$  sowohl an einen Eingang  $E_1$  der Rechneinheit 11 als auch an einen Eingang  $E_1$  Rechneinheit 12 übertragen wird. Gleiches gilt für die mittels der Trenneinrichtung 10 aufgenommene zweite Frequenz  $f_2$ , die über entsprechende Eingänge  $E_2$  in der Rechneinheit 11 und in der Rechneinheit 12 eingelesen wird.

**[0025]** Darüber hinaus wird die mittels der galvanischen Trenneinrichtung 9 übertragene Frequenz  $f_1$  in einem Frequenz-/Spannungswandler 13 und schließlich einem Spannungs/Stromwandler 14 in einen (idealerweise) dem Eingangsstrom an den Klemmen 3, 4 entsprechenden Ausgangsstrom bzw. eine Meßwertspannung  $U_3$  (in Verbindung mit einem Widerstand  $R_7$ ) an Klemmen 15, 16 umgewandelt. Der solchermaßen zur Verfügung gestellte Meßwertstrom an den Klemmen 15,

16 wird in einem dritten Spannungs-/Frequenzwandler 17 (welcher neben den bereits beschriebenen Wandlern 7, 8 vorgesehen ist) in eine (Rechteck-)Frequenz umgewandelt. Zu diesem Zweck ist ein Festwiderstand bzw. Widerstand  $R_3$  vorgesehen, welcher  $R_1$  bzw.  $R_2$  entspricht, so daß von dem Spannungs-/Frequenzwandler 17 vergleichbare Spannungsabfälle  $U_1$ ,  $U_2$  umgesetzt werden. Da der Spannungs-/Frequenzwandler 17 im wesentlichen mit den korrespondierenden Bauelementen 7, 8 deckungsgleich ist, entspricht die von diesem abgegebene (Rechteck-)Frequenz  $f_3$  den eingangsseitig der Rechneinheiten 11, 12 eingelesenen Primärfrequenzsignalen  $f_1$ ,  $f_2$ . Dieses sogenannte Sekundärfrequenzsignal  $f_3$  ausgangsseitig des Spannungs-/Frequenzwandlers 17 wird über Eingänge  $E_3$  in der Rechneinheit 11 bzw. 12 eingelesen.

**[0026]** Dabei wird im einzelnen so vorgegangen, daß die Gleichheit der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  an den jeweiligen Eingängen  $E_1$ ,  $E_2$  und  $E_3$  in jeder Rechneinheit 11, 12 unabhängig voneinander ermittelt wird. Dies wird im Detail so durchgeführt, daß die beiden Rechneinheiten 11, 12 nach einem sogenannten Master-/Slave-Konzept arbeiten. Stellt z. B. die Rechneinheit 11 eine Übereinstimmung der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  an seinen Eingängen  $E_1$  bis  $E_3$  fest, so wird über den dortigen Ausgang A1 ein RS-Flip-Flop 18 und dort dessen R-Eingang gesetzt.

**[0027]** Im Anschluß hieran erfolgt die gleiche Prüfung in der Rechneinheit 12, die bei Übereinstimmung an ihren Eingängen  $E_1$  bis  $E_3$  über den dortigen Ausgang A1 den korrespondierenden S-Eingang des RS-Flip-Flops 18 setzt. Die Mikroprozessoren bzw. Rechneinheiten 11, 12 tauschen danach wieder ihre Funktionen, so daß eine wechselweise Kontrolle und ein wechselweises Takten der Eingänge R und S des RS-Flip-Flops 18 erfolgt.

**[0028]** Dieses üblicherweise aus zwei NOR-Gattern aufgebaute RS-Flip-Flop 18 nimmt in bekannter Weise nur bei wechselnder Beaufschlagung des jeweiligen Eingangs R oder S einen entsprechenden wechselnden Zustand an seinem Ausgang Q ein. Mit anderen Worten liegt nur bei wechselweiser erfolgreicher Prüfung auf Übereinstimmung der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  seitens der Rechneinheit 11 wie der Rechneinheit 12 am Ausgang Q des RS-Flip-Flops 18 eine (Rechteck-)Spannung an. Diese Rechteckspannung wird über eine weitere galvanische Trenneinrichtung 19 an eine Sicherheitssignaleinrichtung 20 übertragen und gleichgerichtet. Ausgangsseitig dieser Sicherheitssignaleinrichtung 20 ist ein Siebglied aus einem Widerstand  $R_4$  und einem Kondensator  $C_1$  vorgesehen, so daß an zugehörigen Klemmen 21, 22 eine Gleichspannung anliegt. Diese Gleichspannung signalisiert die Übereinstimmung der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ , da nur bei entsprechend getaktetem RS-Flip-Flop 18 auch eine korrespondierende Gleichspannung erzeugt wird.

**[0029]** Sobald ein Fehler auftritt, wird der Ausgang Q des RS-Flip-Flops 18 nicht mehr getaktet, weil dann ent-

sprechende Eingangssignale fehlen. Dies führt dazu, daß die Gleichspannung an den Klemmen 21, 22 zusammenbricht und folglich ein Alarmsignal ausgesendet werden kann oder das Signal zur Dokumentation eines einwandfreien Betriebes ausfällt. Ein solcher Fehler kann beispielsweise darin liegen, daß der Widerstand  $R_2$  eine Temperaturdrift aufweist und angenommen einen größeren Widerstand als  $R_1$  einnimmt. Dies führt zu einem vergrößerten Spannungsabfall  $U_1$  gegenüber  $U_2$ , so daß die zugehörigen Spannungs-/Frequenzwandler 7, 8 unterschiedliche Frequenzen  $f_1, f_2$  erzeugen, die dann in den Rechneinheiten 11, 12 zu einer Fehlermeldung beim Vergleich führen. Selbstverständlich sind in den Rechneinheiten 11, 12 entsprechende Fehlergrenzen bzw. Variationen für die Übereinstimmung der Frequenzen  $f_1, f_2$  einstellbar, und zwar wählbar.

[0030] Fehler im Bereich der Übertragungs-/Auswerteschaltung A lassen sich durch eine sogenannte Fehlersimulation ausschalten, die nachfolgend beschrieben wird. Um sicherzustellen, daß die Rechneinheiten 11, 12 im Falle einer Fehlübertragung diese auch erkennen, wird mittels dieser Fehlersimulation fortlaufend durch Parallelschalten von Zuschaltwiderständen bzw. Widerständen  $R_5$  und  $R_6$  zu  $R_3$  eine Frequenzabsenkung des am jeweiligen Eingang  $E_3$  anliegenden Sekundärfrequenzsignals  $f_3$  erreicht. Dies geschieht dergestalt, daß die Rechneinheiten 11, 12 über jeweilige Ausgänge  $A_2$  wechselweise den Widerständen  $R_5$  und  $R_6$  jeweils vorgeschaltete Feldeffekttransistoren  $T_1$  und  $T_2$  auf Durchlaß schalten, so daß einerseits der Widerstand  $R_5$  parallel zum Widerstand  $R_3$ , andererseits der Widerstand  $R_6$  parallel zum Widerstand  $R_3$  liegt. Folglich sinkt der Strom durch  $R_3$  und damit auch der mittels des Spannungs-/Frequenzwandlers 17 in die entsprechende (Rechteck-)Frequenz  $f_3$  umgewandelte Spannungsabfall  $U_1, U_2$ . Gleichzeitig fällt die Frequenz des Sekundärfrequenzsignals  $f_3$  am jeweiligen Eingang  $E_3$  der Rechneinheit 11 bzw. 12. Dieser Frequenzabfall des Sekundärfrequenzsignals  $f_3$  im Vergleich zu den Primärfrequenzsignalen  $f_1, f_2$  wird in der jeweiligen Rechneinheit 11, 12 überprüft. Kommen beide Prozessoren bzw. Rechneinheiten 11, 12 zu einem übereinstimmenden Ergebnis, dann - und nur dann - darf z. B. der R-Eingang des RS-Flip-Flops 18 bedient werden.

[0031] Auch in diesem Fall wird das sogenannte Master-/Slave-Konzept verfolgt. Dabei mag die Rechneinheit 11 beginnen und beispielsweise die Fehlersimulation erkennen. Im nächsten Zyklus wird dann die Rechneinheit 12 aufgefordert, die Fehlersimulation durchzuführen. Sind beide Fehlerermittlungen gleich, dann ist der andere Prozessor - in diesem Fall die Rechneinheit 12 - berechtigt, beispielsweise den S-Eingang des RS-Flip-Flops 18 zu bedienen. Dies geschieht selbstverständlich wechselweise, wie die Überprüfung der Primärfrequenzsignale  $f_1, f_2$ . Folglich wird auch beim erfolgreichen Durchlaufen der vorbeschriebenen Fehlersimulationsroutine das RS-Flip-Flop 18 wechsel-

weise getaktet, so daß an den Ausgängen 21, 22 das die einwandfreie Funktionsweise dokumentierende Gleichspannungssignal anliegt.

[0032] Im Rahmen einer weiteren Programmroutine werden die Primärfrequenzsignale  $f_1, f_2$  und das Sekundärfrequenzsignal  $f_3$  innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbandes auf Gleichheit geprüft, wobei ebenfalls eine gegenseitige Kontrolle der Prozessoren 11, 12 stattfindet. Auch hier werden die zugehörigen Ausgänge  $A_1$  nur dann bedient, wenn Übereinstimmung besteht.

[0033] Im Ergebnis werden hierdurch zuverlässig sowohl Fehlfunktionen der Meßwertumformschaltung 11 als auch Fehlfunktionen der Überwachungs-/Auswerteschaltung A abgedeckt, wenn beispielsweise der Widerstand  $R_3$  oder irgendeine Leitung einen Fehler aufweist. Selbstverständlich wird durch die beschriebenen Routinen auch der Ausfall eines Prozessors bzw. einer Rechneinheit 11, 12 sofort erfaßt und führt - wie sämtliche übrigen Fehler - dazu, daß das RS-Flip-Flop 18 nicht mehr in der erforderlichen Art und Weise getaktet wird, so daß die Gleichspannung an den Klemmen 21, 22 zusammenbricht. Selbstverständlich wird auch ein Ausfall der galvanischen Trenneinrichtung 9, 10 der Widerstände  $R_1, R_2, R_4$  oder des Kondensators  $C_1$  erfaßt. Dies gilt auch für den Fall, daß die Spannungsquelle 2 nicht (mehr) zuverlässig arbeitet.

[0034] Im Ergebnis wird hierdurch sichergestellt, daß die Primärfrequenzsignale  $f_1, f_2$  und das Sekundärfrequenzsignal  $f_3$  innerhalb des gleichsam zulässigen und durch die Zweileiter-Schaltung vorgegebenen Bereiches liegen, folglich ausgangsseitig Signalwerte für den Strom durch den Meßwertumformer 1 von ca. 3,6 mA und 21 mA als Grenzwerte festgelegt werden. Selbstverständlich lassen sich auch andere Grenzwerte programmieren. - Für den Fall, daß die Frequenzen  $f_1, f_2, f_3$  außerhalb der solchermaßen festgelegten Grenzen liegen, wird ebenfalls die Taktung des RS-Flip-Flop 18 unterbrochen, weil dann zugehörige und in die Rechneinheiten 11, 12 eingegebene Grenzwerte überschritten werden, die zu entsprechenden Signalen an den Ausgängen  $A_1$  korrespondieren.

#### Patentansprüche

- Verfahren zur Spannungsversorgung und Funktionsüberwachung zumindest eines Meßwertumformers (1), insbesondere Zweileiter-Meßwertumformers (1) in sicherheitsgefährdeten Bereichen von z. B. chemischen Anlagen, mit
  - einer Meßwertumformschaltung (M), welche zumindest zwei meßwertabhängige Spannungssignale ( $U_1, U_2$ ) erzeugt, die in zwei korrespondierende Primärfrequenzsignale ( $f_1, f_2$ ) umgewandelt und an eine Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) mit Sicherheitssignal-

einrichtung (20) übertragen werden, und mit

- einer Spannungsquelle (2) für die Meßwertumformerschaltung (M) und die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A).

wonach die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) wenigstens ein Primärfrequenzsignal ( $f_1$ ,  $f_2$ ) in eine ausgangsseitige Meßwertspannung ( $U_3$ ) umwandelt,

wonach ferner die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) die beiden Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) wechselweise vergleicht und hierzu die beiden Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) auf Übereinstimmung oder vorgegebener Abhängigkeit überprüft, und

wonach die Sicherheitssignaleinrichtung (20) bei Übereinstimmung oder Einhaltung der gegebenen Abhängigkeit zum Zwecke der Dokumentation eines einwandfreien Betriebes angesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Speisung einerseits der Meßwertumformerschaltung (M), andererseits der Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) die Spannungsquelle (2) galvanisch getrennt ausgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) jeweils unabhängig voneinander über eine galvanische Trenneinrichtung (9, 10) von der Meßwertumformerschaltung (M) an die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) übertragen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß lediglich eines der beiden an die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) übertragenen Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ) in die Meßwertspannung ( $U_3$ ) umgewandelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertspannung ( $U_3$ ) zusätzlich in ein korrespondierendes Sekundärfrequenzsignal ( $f_3$ ) umgesetzt wird, welches mit den Primärfrequenzsignalen ( $f_1$ ,  $f_2$ ) auf Übereinstimmung oder vorgegebene Abhängigkeit überprüft wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung einer Fehlübertragung seitens der Meßwertumformerschaltung (M) und/oder einer Fehlfunktion der Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) eine definierte Absenkung des Sekundärfrequenzsignales

( $f_3$ ) durchgeführt wird.

7. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit

- einer galvanisch getrennten Spannungsquelle (2) zur unabhängigen Speisung einerseits der Meßwertumformerschaltung (M) andererseits der Überwachungs-/Auswerteschaltung (A), wobei

- die Meßwertumformerschaltung (M) zumindest den Meßwertumformer (1), einen Spannungsteiler ( $R_1$ ,  $R_2$ ) zur Erzeugung der wenigstens zwei meßwertabhängigen Spannungssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) und wenigstens zwei Spannungs-/Frequenzwandler (7, 8) zur Umsetzung der beiden meßwertabhängigen Spannungssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) in zwei korrespondierende Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) aufweist, wobei ferner

- die Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) mit zumindest zwei Rechneinheiten (11, 12) zum jeweils wechselweisen Vergleich der beiden Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) sowie einer von beiden Rechneinheiten (11, 12) gesteuerten Sicherheitssignaleinrichtung (20) ausgerüstet ist und einen Frequenz-Spannungswandler (13) zur Umsetzung des oder der Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) in die ausgangsseitige Meßwertspannung ( $U_3$ ) aufweist, und wobei

- eine galvanische Trenneinrichtung (9, 10) jeweils zwischen Meßwertumformerschaltung (M) und Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) zur Übertragung der Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) vorgesehen ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Rechneinheiten (11, 12) in Abhängigkeit von der Prüfung der beiden Primärfrequenzsignale ( $f_1$ ,  $f_2$ ) jeweils einen Eingang einer Kippschaltung, z. B. RS-Flip-Flop (18), zur vorzugsweisen Erzeugung einer Gleichspannung im Zuge der Dokumentation des einwandfreien Betriebes mittels der Sicherheitssignaleinrichtung (20) ansteuern.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein dritter Spannungs-/Frequenzwandler (17) in der Überwachungs-/Auswerteschaltung (A) vorgesehen ist, welcher ausgangsseitig das Sekundärfrequenzsignal ( $f_3$ ) erzeugt, welches in den beiden Rechneinheiten (11, 12) auf Übereinstimmung mit den Primärfrequenzsignalen ( $f_1$ ,  $f_2$ ) überprüft wird.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche



7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fehlersimulation und Absenkung der Frequenz des Sekundärfrequenzsignales ( $f_3$ ) von den Rechneinheiten (11, 12) beaufschlagbare Schalteinrichtungen, z. B. Feldeffekttransistoren ( $T_1$ ,  $T_2$ ) vorgesehen sind, welche jeweils Zuschaltwiderstände ( $R_5$ ,  $R_6$ ) einem Festwiderstand ( $R_3$ ) parallel schalten, der für den zur Erzeugung des Sekundärfrequenzsignales ( $f_3$ ) mit Hilfe des dritten Spannungs-Frequenzwandlers (17) erforderlichen Spannungsabfall sorgt.

5

10

15

20

25

30

35

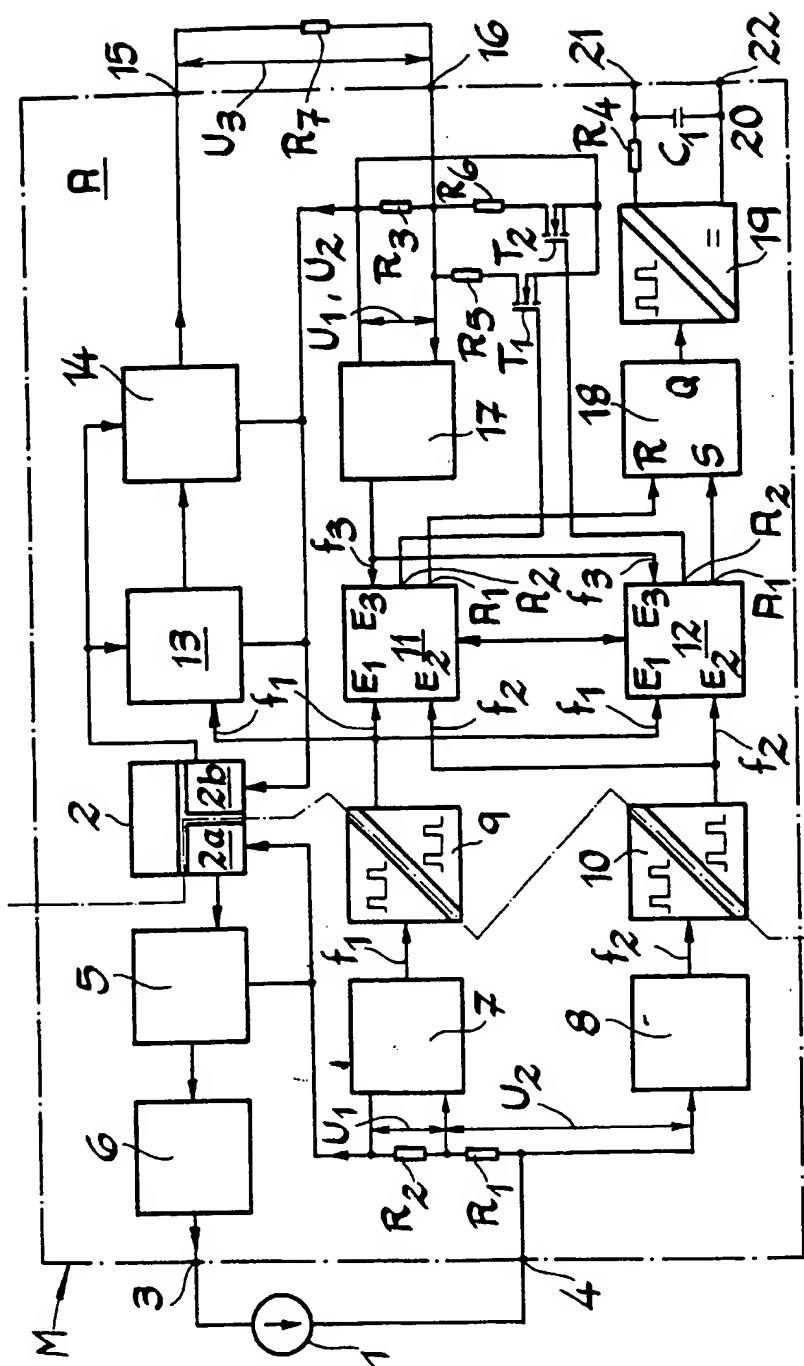
40

45

50

55

8





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 0454

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 196 29 934 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 3. Juli 1997 (1997-07-03) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 6, Zeile 66; Abbildung 1 *	1	G01D3/08 G01R31/28 G01R19/252
A	GB 2 227 383 A (MARCONI INSTRUMENTS LTD) 25. Juli 1990 (1990-07-25) * Seite 8, Absatz 5 - Seite 10, Absatz 2; Abbildung 5 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G01D G01R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>29. Oktober 1999</b>	
		Prüfer <b>Chapple, I</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument			

FPO FORM 1503 03 82 (Pct/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 0454

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-10-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19629934 A	03-07-1997	JP 9178512 A	11-07-1997
		US 5789925 A	04-08-1998
GB 2227383 A	25-07-1990	EP 0254388 A	27-01-1988
		GB 2191353 A, B	09-12-1987
		JP 62291573 A	18-12-1987
		US 4795970 A	03-01-1989

EPO FORM P441

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**